

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 03 FEV. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine Planche'.

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

BEST AVAILABLE COPY



26 bis, rue de Saint-Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

INPI
N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DA 513 W 2003/07-2

REPRISE DES PIÈCES		Réervé à l'INPI
DATE		
LIEU 11 AVRIL 2002		
75 INPI PARIS		
N° D'ENREGISTREMENT		
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		0204528
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE		11 AVR. 2002
PAR L'INPI		
Vos références pour ce dossier (facultatif) 104404/SM/SSPD/TPM		
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie		
<input checked="" type="checkbox"/> NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____ / _____ / _____
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date _____ / _____ / _____
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____ / _____ / _____
<input checked="" type="checkbox"/> TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
GÉNÉRATEUR PHOTOVOLTAIQUE A CONCENTRATION PROTEGE CONTRE L'ECHAUFFEMENT		
<input checked="" type="checkbox"/> DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____
		Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____
		Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____
<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		
<input checked="" type="checkbox"/> DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»
Nom ou dénomination sociale		ALCATEL
Prénoms		
Forme juridique		SOCIÉTÉ ANONYME
N° SIREN		5 4 2 0 1 9 0 9 6
Code APE-NAF		
Adresse	Rue	54, rue La Boétie
	Code postal et ville	75008 PARIS
Pays		FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		

REMISE DES PIÈCES		Réervé à l'INPI
DATE		
LIEU	11 AVRIL 2002	
	75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT	0204528	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	DE STOOLY, 2002	

Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		104404/SM/SSPD/TPM
6 MANDATAIRE		
Nom		SMITH
Prénom		Bradford Lee
Cabinet ou Société		Compagnie Financière Alcatel
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 9222
Adresse	Rue	30 Avenue Kléber
	Code postal et ville	75116 PARIS
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		
		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :
Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes		
10 SIGNATURE DU MANDATAIRE DU MANDATAIRE <i>(Nom et qualité du signataire)</i>		Bradford Lee SMITH / LC 40 B
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI

GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE A CONCENTRATION
PROTEGE CONTRE L'ECHAUFFEMENT.

5 La présente invention se rapporte aux générateurs photovoltaïques qui fonctionnent avec concentration de la lumière incidente et qui sont protégés contre les effets de l'échauffement supplémentaire induit par cette concentration. Elle s'applique plus spécialement aux
10 10 générateurs photovoltaïques utilisés dans les satellites artificiels et qui fonctionnent à partir de la lumière solaire.

Il est connu pour alimenter les satellites artificiels en énergie électrique d'utiliser un
15 15 générateur photovoltaïque tel que représenté sommairement et partiellement en vue de bout sur la figure 1.

Ce générateur comprend un ensemble de cellules photovoltaïques 101 recouvert d'une lame transparente 102. Cette lame transparente sert d'une part à protéger
20 20 la surface des cellules, et d'autre part à filtrer le rayonnement solaire direct reçu 103 de manière à ne laisser arriver sur les cellules que le rayonnement utile 104 et à réfléchir le rayonnement inutile (infrarouge et ultraviolet par exemple) 105, car il ne peut pas être absorbé par les cellules pour produire de l'électricité.
Dans la pratique cette séparation est imparfaite et la réflexion n'est pas totale. Une partie du rayonnement 105 pénètre donc dans la couche 102 où elle est en grande partie absorbée, une faible partie arrivant au niveau de
30 30 la cellule où elle est là aussi absorbée mais sans produire d'électricité.

Cette absorption partielle, tant par la couche 102 que par la cellule 101, provoque un échauffement supplémentaire de l'ensemble, qui vient s'ajouter à celui du fonctionnement normal de la cellule (effet Joule, 5 pertes diverses). Cet échauffement parasite entraîne une augmentation de la température de fonctionnement de la cellule et, consécutivement, une baisse du rendement photovoltaïque, car les performances d'une cellule se dégradent lorsque la température augmente.

10 Les cellules photovoltaïques sont des organes coûteux et délicats et leur assemblage en panneaux nécessite une structure dont le poids n'est pas négligeable. En outre l'effet du rayonnement solaire direct ne les amène nullement à saturation en ce qui 15 concerne la conversion photovoltaïque.

Il est donc connu, pour augmenter la puissance électrique fournie par un panneau de dimensions données, de concentrer la lumière solaire sur la surface des cellules solaires le recouvrant. Pour cela, on utilise le 20 plus généralement une solution simple consistant à entourer ce panneau, ou plus localement les cellules, de réflecteurs plans inclinés tel que le réflecteur 106. On n'a représenté sur la figure, à titre de simplification, qu'un seul de ces réflecteurs, mais il est d'usage d'en 25 utiliser plusieurs, au moins deux situés de part et d'autre du panneau, ou plus localement entre des rangées de cellules sur le panneau..

Le flux solaire 107 arrivant alors sur ce concentrateur est réfléchi vers la surface de la couche 30 102 sous la forme d'un flux réfléchi 108. Comme dans le cas du flux direct 103, la partie utile du rayonnement

réfléchi pénètre dans la couche 102 sous la forme d'un flux 109 pour venir exciter la cellule 101. L'autre partie est réfléchie sous la forme d'un flux 110. Les effets du flux provenant du concentrateur sont les mêmes que ceux du flux direct et entraînent donc un échauffement supplémentaire du panneau solaire, d'autant plus grand que la concentration est plus grande.

Cet échauffement supplémentaire entraîne une chute de rendement de conversion photovoltaïque car les performances des cellules solaires se dégradent lorsque leur température de fonctionnement augmente. Ce phénomène contrebalance donc un peu l'intérêt de l'utilisation d'un concentrateur.

En outre, les concentrateurs 106 sont constitués de surfaces réfléchissantes simples, généralement métalliques, pour être les plus légers possible. Ces surfaces n'absorbent pratiquement pas le flux incident 107 et le renvoient en totalité sous forme du flux réfléchi 108.

Dans ces conditions, la température de fonctionnement des concentrateurs 106 est froide.

Ces concentrateurs deviennent alors des pièges froids importants pour toutes les molécules qui circulent et leur surface se pollue rapidement, ce qui entraîne une baisse importante de leur efficacité réflective, et finalement une chute elle-même importante de l'efficacité de l'ensemble du générateur photovoltaïque.

Pour pallier ces inconvénients, l'invention propose un générateur photovoltaïque à concentration, comprenant au moins une cellule photovoltaïque recouverte par une couche de protection transparente, et un concentrateur

réfléchissant, principalement caractérisé en ce que le concentrateur est recouvert d'un filtre pour éliminer dans le flux lumineux réfléchi par le concentrateur vers la cellule photoélectrique la plus grande partie des 5 rayonnements « inutiles » ne pouvant pas exciter la cellule photovoltaïque.

Selon une autre caractéristique, le filtre est formé d'une couche réalisée en matériaux absorbant la partie «inutile » des rayonnements.

10 Selon une autre caractéristique, la couche formant le filtre est d'épaisseur constante.

Selon une autre caractéristique, le filtre est formé d'une couche dont la face extérieure est orientée pour dévier ces rayonnements « inutiles» en dehors de la 15 cellule photovoltaïque.

Selon une autre caractéristique, la couche transparente est d'épaisseur décroissante pour que sa face extérieure ne soit pas parallèle à la surface réfléchissante du concentrateur.

20 Selon une autre caractéristique, la face extérieure de la couche transparente formant le filtre est gravée en échelons de Fresnel.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante, 25 présentée à titre d'exemple non limitatif en regard des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, une vue de bout d'un générateur selon l'art antérieur ;
- la figure 2 une vue dans les mêmes 30 conditions d'un générateur selon un premier mode de réalisation de l'invention ; et

la figure 3, une vue dans les mêmes conditions d'un générateur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

L'invention consiste donc à disposer sur le panneau 5 concentrateur 106 un filtre qui permet de limiter le rayonnement réfléchi vers les cellules photoélectriques essentiellement aux longueurs d'onde utilisables par celles-ci. Dans une variante, les rayonnements aux longueurs d'onde ainsi éliminées sont absorbés au niveau 10 du concentrateur pour réchauffer celui-ci afin de lui éviter de se transformer en piège froid.

Dans un premier mode de réalisation, représenté en figure 2, le concentrateur 106 est recouvert d'une couche transparente 206 dont la face extérieure 116 est inclinée 15 par rapport au plan de la face réflectrice du concentrateur 106, de manière à ce que le flux lumineux 107 soit divisé en deux parties. Une première partie 207, correspondant aux longueurs d'onde utiles à la conversion photoélectrique, pénètre dans le filtre, est 20 réfléchie par le concentrateur 106 sous la forme d'un flux 217, puis ressort par la face inclinée du filtre 206 pour se réfracter en formant un faisceau 208 dirigé vers la face supérieure de la couche transparente 102 qui protège les cellules 101.

25 Une deuxième partie 218 du flux 107, correspondant aux longueurs d'ondes non utiles pour la conversion photoélectrique, est réfléchie par réflexion totale sur la face supérieure du filtre 206 sous la forme d'un flux 218 qui est dirigé vers l'espace extérieur au dispositif 30 photoélectrique.

Compte tenu des imperfections inévitables et des effets de transition, le flux 208 contient cependant un certain pourcentage de longueurs d'ondes non utiles dont une partie est réfléchie sous la forme d'un flux 210 et 5 une partie résiduelle vient quand même contribuer à l'échauffement parasite des cellules 101. Toutefois cet effet est plus faible qu'en l'absence de filtre.

Les inclinaisons nécessaires du concentrateur 106 par rapport aux cellules 101 et de la face extérieure 116 10 du filtre 206 par rapport à ce concentrateur sont étudiées pour qu'il y ait bien réflexion totale des longueurs d'onde inutiles sur cette face inclinée 116 (on rappelle que la réfraction au passage d'un milieu dans un autre, et donc la réflexion totale éventuelle, dépendent 15 de la longueur d'onde des rayons lumineux, ce qui permet cette séparation), et pour que la combinaison de la réflexion sur le concentrateur 106 et de la réfraction au passage de la face 116 permettent de diriger les longueurs d'onde utiles vers la surface extérieure de la 20 couche transparente 102.

Dans l'exemple représenté sur la figure, le filtre 206 est réalisé sous la forme d'une lame relativement épaisse dont l'épaisseur va en s'amenuisant d'une extrémité à l'autre de la surface du concentrateur 106 25 pour obtenir l'inclinaison souhaitée. Ceci provoque une augmentation relativement importante du poids de l'ensemble, qui n'est pas forcément souhaitable.

Dans une variante de réalisation, le filtre 206 sera formé d'une couche transparente réfractrice dont 30 l'épaisseur moyenne sera sensiblement constante et la plus faible possible. Pour obtenir alors l'effet désiré,

la face extérieure 116 de cette couche sera usinée en échelons de Fresnel de façon à obtenir localement l'effet désiré tout en limitant l'épaisseur globale du filtre.

Dans un deuxième mode de réalisation, représenté en 5 figure 3, on utilise un filtre 306 placé sur la surface réfléchissante du concentrateur 106 et qui est formé d'une lame plane d'épaisseur uniforme. Cette lame est réalisée dans un matériau absorbant pour les composantes « inutiles » du flux solaire incident 107, mais 10 transparent pour les composants « utiles » de ce même flux (celles qui permettent d'obtenir une conversion photoélectrique dans les cellules 101).

On pourra pour cela utiliser soit un matériau absorbant massif, connu dans l'art, soit une combinaison 15 de couches minces réfléchissantes d'indice différent, connues elles-mêmes dans l'art, soit une combinaison des deux.

Dans l'exemple de réalisation représenté, les angles et l'indice de réfraction du matériau composant la 20 couche 306 sont choisis pour que le trajet 307 du flux solaire dans la couche 306 soit le même à l'aller et au retour, la réflexion sur le concentrateur 106 se faisant selon une direction normale à la surface de celui-ci. Ce n'est qu'un cas particulier et ces trajets pourront être 25 différents, de la même manière que sur la figure 2.

A la sortie du filtre 306, le flux solaire 308 est donc grandement débarrassé de ces composantes « inutiles » et il vient alors frapper la surface extérieure de la couche transparente 102 pour venir 30 exciter les cellules 101 selon un trajet 309 dû à la réfraction.

Comme dans le premier exemple de réalisation, une partie de ce flux «inutile» est réfléchie sur la surface de la couche transparente 102 pour former un flux 310 qui vient se perdre dans le vide stellaire, et seule 5 une partie infime de ce rayonnement «inutile» est contenu dans le flux 309 et vient contribuer de manière très faible à l'échauffement parasites des cellules 101.

La séparation entre le flux «utile» et le flux «inutile» est éventuellement plus faible dans ce deuxième 10 mode de réalisation qui est cependant préféré car on obtient un avantage supplémentaire qui consiste dans le réchauffement du concentrateur 106 et de son filtre 306. Cette augmentation de température de fonctionnement permet de limiter de manière considérable le piégeage des 15 molécules et des particules parasites rencontrées dans l'espace et permet donc de maintenir pratiquement constant le pouvoir réflecteur du concentrateur.

REVENDICATIONS

1 Générateur photovoltaïque à concentration,
5 comprenant au moins une cellule photovoltaïque (101) recouverte par une couche de protection transparente (102), et un concentrateur réfléchissant (106), caractérisé en ce que le concentrateur (106) est recouvert d'un filtre (206, 306) pour éliminer dans le
10 flux lumineux (208) réfléchi par le concentrateur (106) vers la cellule photoélectrique (101) la plus grande partie des rayonnements « inutiles » (218) ne pouvant pas exciter la cellule photovoltaïque (101).

15 2 Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtre est formé d'une couche (306) réalisée en matériaux absorbant la partie «inutile» des rayonnements.

20 3 Générateur selon la revendication 2, caractérisée en ce que la couche (306) formant le filtre est d'épaisseur constante.

25 4 Générateur selon l'une quelconque des revendication 1 et 2, caractérisé en ce que le filtre (206) est formé d'une couche dont la face extérieure (116) est orientée pour dévier ces rayonnements « inutiles» (218) en dehors de la cellule photovoltaïque (101).

5 Générateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la couche transparente (206) est d'épaisseur décroissante pour que sa face extérieure (116) ne soit pas parallèle à la surface réfléchissante du 5 concentrateur (106).

6 Générateur selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que la face extérieure de la couche transparente formant le filtre 10 (206) est gravée en échelons de Fresnel.

112

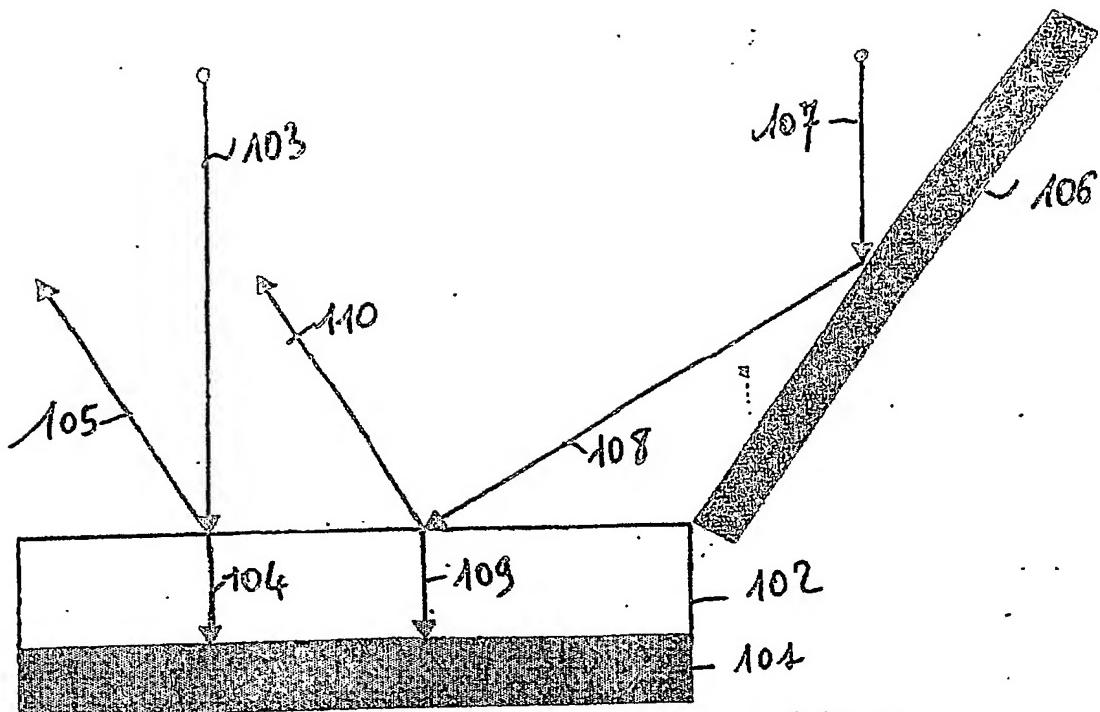


FIGURE-1- ART ANTERIEUR.

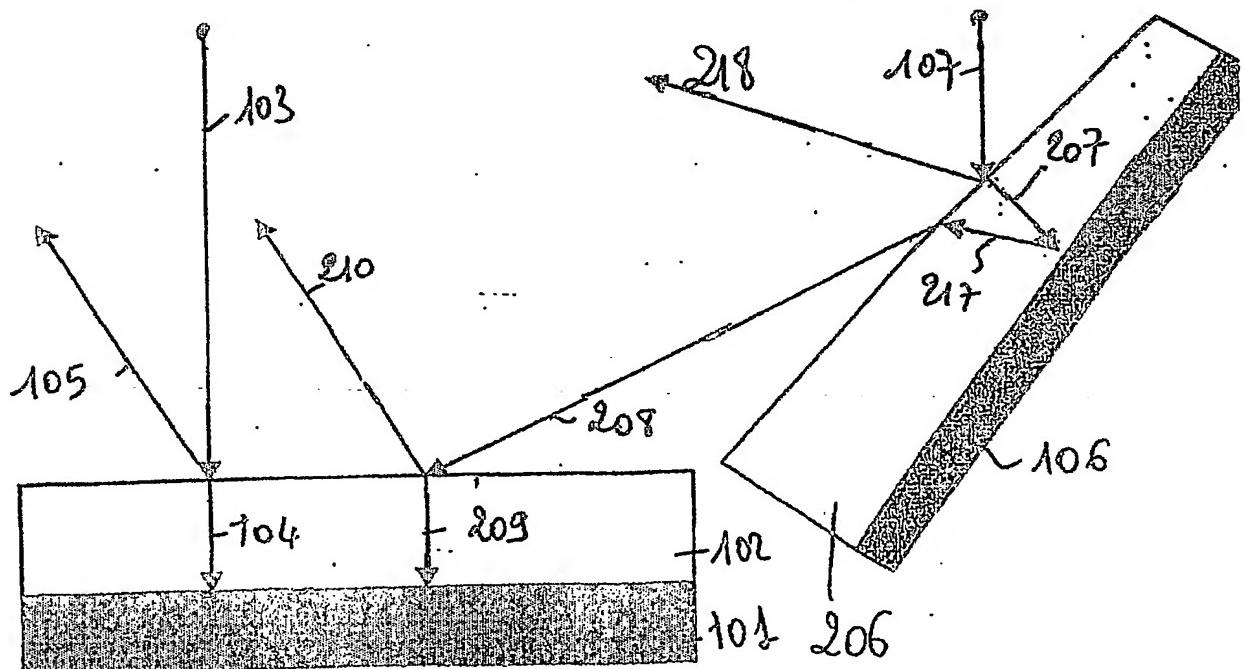


FIGURE-2-

2/2

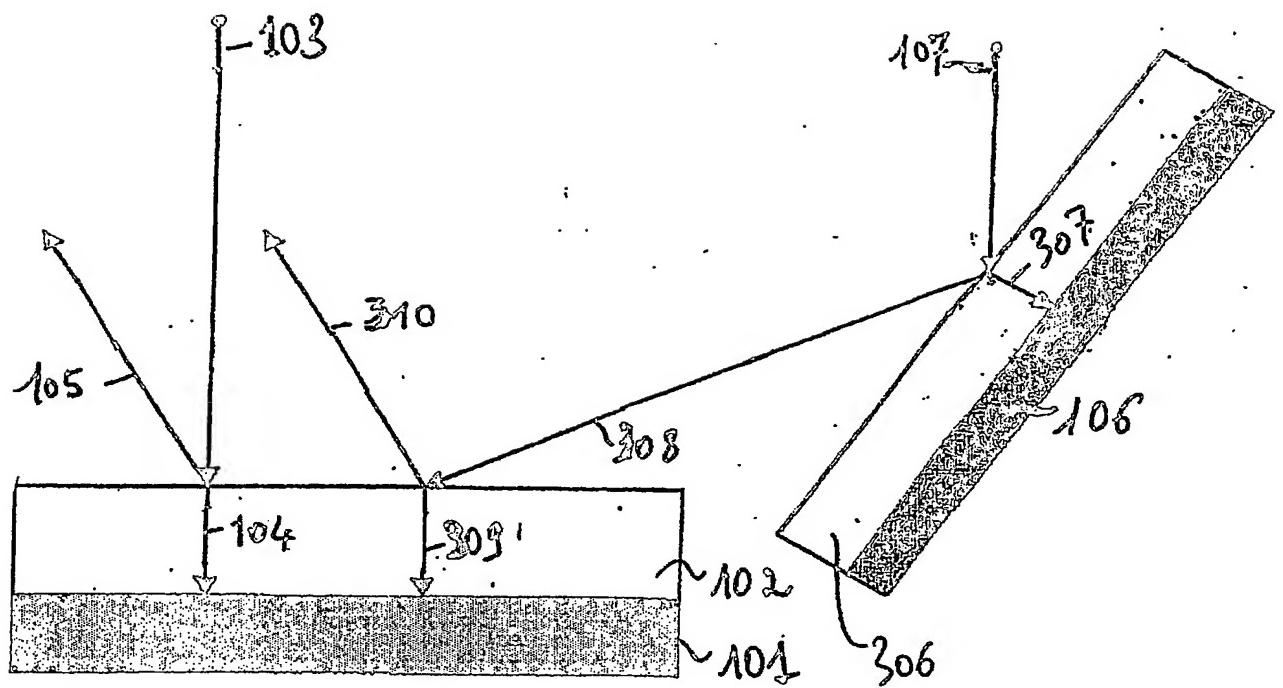


FIGURE - 3 .

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 26092

Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i>	104404/SM/SSPD/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	02 04 528	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE A CONCENTRATION PROTEGE CONTRE L'ECHAUFFEMENT		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
Société anonyme ALCATEL		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» Si il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).		
Nom		RANSQUIN
Prénoms		Johan
Adresse	Rue	C/o ALCATEL SPACE INDUSTRIES 100, BOULEVARD DU MIDI
	Code postal et ville	06156 CANNES LA BOCCA CEDEX, FRANCE
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>		
Nom		D'ABRIGEON
Prénoms		Laurent
Adresse	Rue	C/o ALCATEL SPACE INDUSTRIES 100, BOULEVARD DU MIDI
	Code postal et ville	06156 CANNES LA BOCCA CEDEX, FRANCE
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>		
Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>		
DATE ET SIGNATURE(S) DU MANDATAIRE <i>(Nom et qualité du signataire)</i>		18 juin 2002 Bradford Lee SMITH

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.